

DE CONTRASTERENDE HOLOCENE SEDIMENT SUCCESSIE LANGSHEEN HET WESTELIJK EN OOSTELIJK DEEL VAN DE BELGISCHE KUST: OORZAAK EN GEVOLGEN

THE CONTRASTING HOLOCENE SEDIMENT SUCCESSION ALONG THE WESTERN AND EASTERN PART OF THE BELGIAN COAST: CAUSE AND CONSEQUENCES

Denys Sarah

Vrije Universiteit Brussel, Geografie, Fysisch Milieu

E-mail: Sarah.denys@skynet.be

In het kader van de versterking van de zeewering langsheen de Belgische kustlijn werden een reeks boringen en diepsonderingen uitgevoerd vanaf Koksijde in het zuidwesten tot Zeebrugge in het noordoosten. Die boringen en diepsonderingen zijn in het kader van deze thesis sedimentologisch en stratigrafisch onderzocht. De Holocene sediment successie en de mogelijke oorzaken en gevolgen ervan werden bestudeerd, teneinde een bijdrage te leveren voor het vinden van de oorzaken van het terug binnendringen van de zee ongeveer 2000 jaar geleden.

Van de boringen waren de Lambert-coördinaten en de hoogte van de boorplaatsen t.o.v. TAW¹ ingemeten. Alle boringen waren ook door mijn promotor C. Baeteman beschreven. Aan de hand van die boorbeschrijvingen werden gedetailleerde boorlogs uitgetekend in CorelDRAW 12. De uitgetekende boorlogs werden vervolgens op de juiste positie en hoogteligging in een dwarsprofiel gebracht. Op basis van facies en facies eenheden en met behulp van omliggende boringen werd dan de correlatie gemaakt in de dwarsprofielen.

Niet overal waren voldoende boringen beschikbaar om geologische dwarsprofielen te kunnen maken en daarom werden de boringen aangevuld met de gegevens van diepsonderingen. Bij diepsonderingen wordt de conusweerstand gemeten, dit is de weerstand van de sedimenten op de penetratie van een kegel die aan een constante snelheid de grond wordt ingedrukt. Een lage conusweerstand duidt op klei of veen, een hoge weerstand op zand. De signatures van de conusweerstand werden geanalyseerd en geverifieerd met de data van de aangrenzende boringen en eveneens gecorreleerd in dwarsprofielen.

Uiteindelijk werden op basis van boringen en diepsonderingen 7 dwarsprofielen gemaakt: Nieuwpoort, Middelkerke-Oostende, De Haan, Wenduine, Blankenberge zeedijken, Blankenberge haven en Zeebrugge. De resultaten van alle dwarsprofielen werden dan beschreven.

Op basis van alle profielen en profielbeschrijvingen kunnen we stellen dat de Holocene sequentie langsheen de kustlijn in Nieuwpoort weinig gedifferentieerd is en uit een

¹ TAW = Tweede Algemene Waterpassing. Het nulpunt is het gemiddelde laagwaterniveau bij springtij te Oostende.

pakket zand van gemiddeld 16 à 20m dik bestaat. Dit pakket zand bevat zeezand, strandzand en duinenzand.

Vanaf Westende in oostelijke richting ziet de Holocene opvulling langsheen de kustlijn er anders uit (Fig. 1). De basis van de Holocene afzettingen wordt er gevormd door basisveen, dat overal bedekt is door wadklei. Op sommige plaatsen is geïntercalleerd veen teruggevonden. In het profiel van Middelkerke-Oostende is bovenop de slikke en schorre facies oppervlakteveen teruggevonden. Meer oostelijk is geen oppervlakteveen aanwezig, waarschijnlijk door de hoge ligging van de Pleistocene ondergrond. De strandafzettingen in het oosten komen voor binnen de positie van het huidig intertidaal bereik (0 – 5m TAW), wat er op wijst dat ze recent zijn, en worden dunner naar het oosten toe. De strandafzettingen worden bedekt door duinafzettingen. In de meeste profielen vinden we afzettingen van geulen of zeegaten terug. Het gaat om zand en zandig slijk van laat Holocene geulen of zeegaten, die zich diep in het veen, de wadklei en de Pleistocene ondergrond hebben ingesneden.

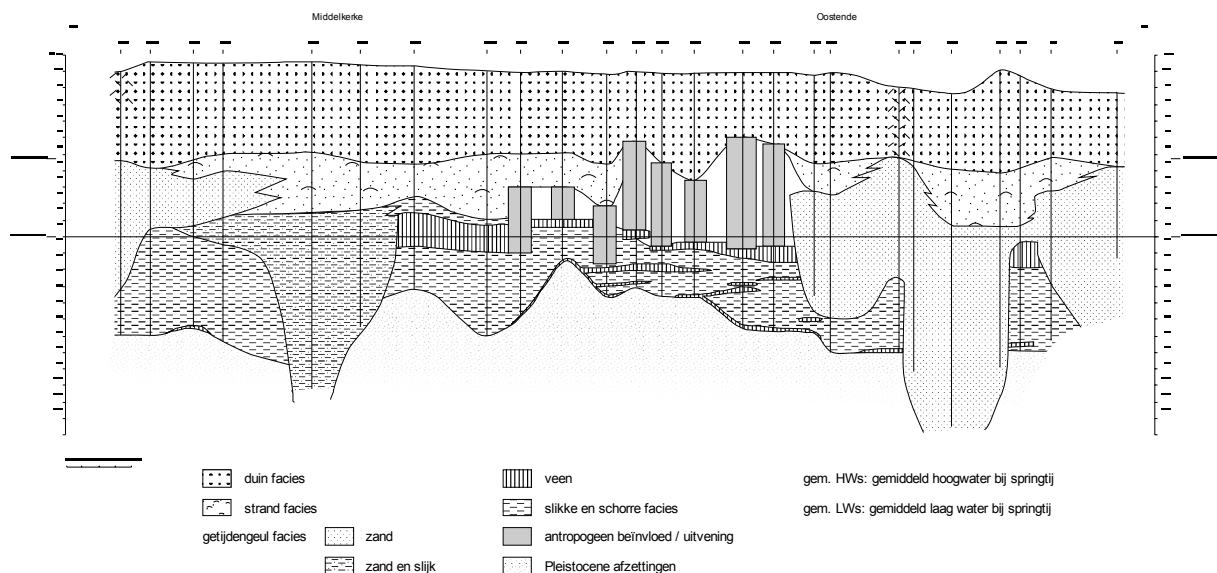


Fig. 1. Het profiel Middelkerke-Oostende.

Om een overzicht te krijgen van de Holocene sequentie langsheen de kustlijn, werd een stippenkaart opgemaakt. Het westelijke deel van de kaart is gemaakt op basis van de profieltypenkaart (Baeteman, 2005b) verijnd met de gegevens uit de profielen van Nieuwpoort en Middelkerke-Oostende (Fig. 2). De Holocene sequentie bestaat er uit zand van een kustbarrière. Aangezien veen en wadklei langsheen de kustlijn ontbreken, hebben we in het westen duidelijk te maken met barrière afzettingen. De klassieke sequentie van veen en wadafzettingen die in een getijdengebied voorkomt, bevindt zich 4 à 5km landinwaarts van de kustlijn.

Vanaf Westende tot Oostende komen 'back-barrier' afzettingen voor, geërodeerd door laat Holocene getijdengeulen. Deze afzettingen zijn bedekt door recente strand- en duinafzettingen.

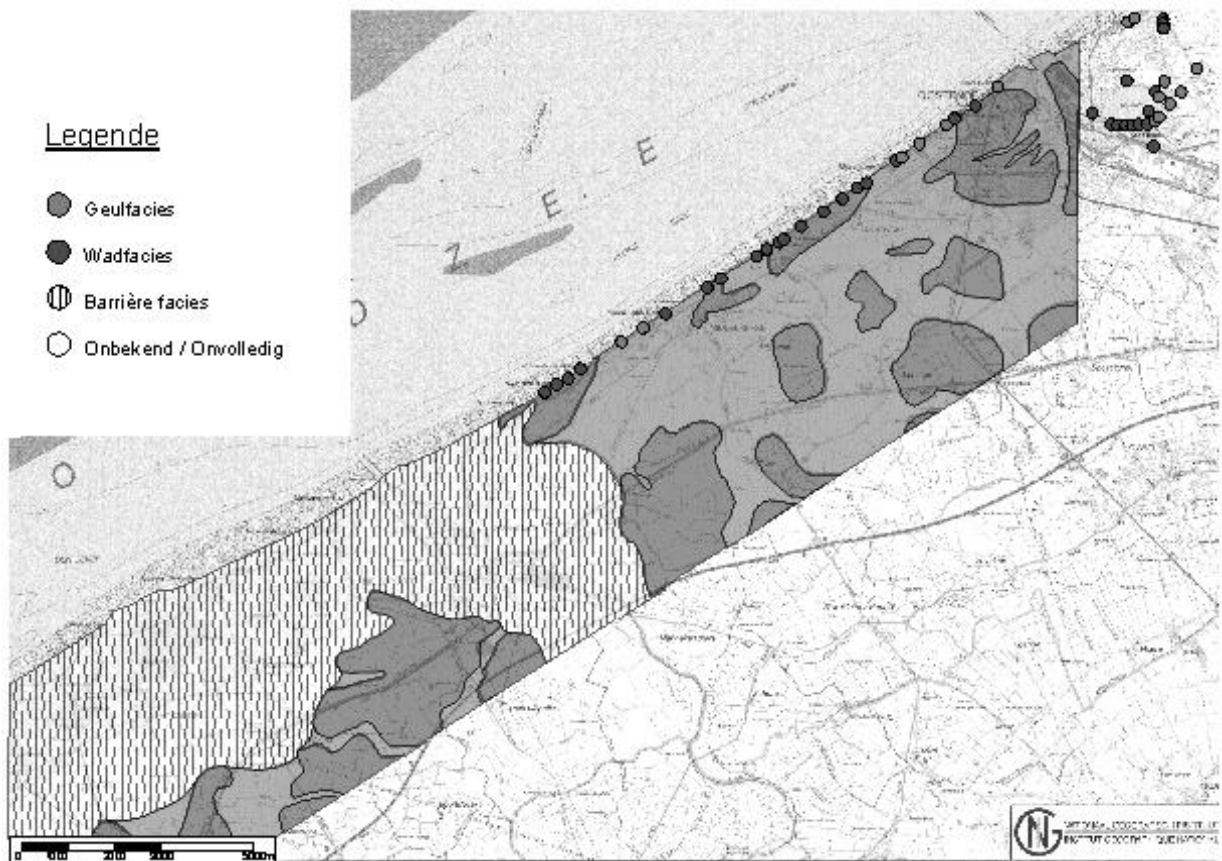


Fig. 2. Stippenkaart – westelijk deel van de kustvlakte.

Ten oosten van Oostende werden gegevens afkomstig uit het archief van de Belgische Geologische Dienst en gegevens van Allemeersch (1991), aangevuld met de gegevens uit de profielen van De Haan, Wenduine, Blankenberge (zeedijken en haven) en Zeebrugge, als stippen op de kaart aangebracht (Fig. 3). De kaart kan hier omwille van het ontbreken van voldoende gegevens nog niet worden ingekleurd.

De stippen tonen aan dat ook vanaf Oostende in oostelijke richting de 'back-barrier' sequentie, doorsneden door geulen, tot aan de huidige kustlijn reikt. Verdere kartering is nodig om ook van dit deel van de kustvlakte een profieltypenkaart te maken.

De aanwezigheid van de 'back-barrier' sequentie aan de kustlijn is geen normale situatie en wijst op een landwaartse verschuiving van de kustlijn in het laat Holoceen. Volgens de literatuur was de kustlijn vroeger meer zeewaarts gelegen en migreerde landwaarts. Dit wordt ook aangetoond door de aanwezigheid van veen op het strand te Raversijde (Baeteman, 1996), dat twee decennia terug nog zichtbaar was, en door de nederzettingen van Walraversijde en Oostende, die op het einde van de 14de eeuw eerst op het strand of onder de duinen terechtkwamen en uiteindelijk grotendeels in zee verdwenen tijdens een storm (Tys, 2005).

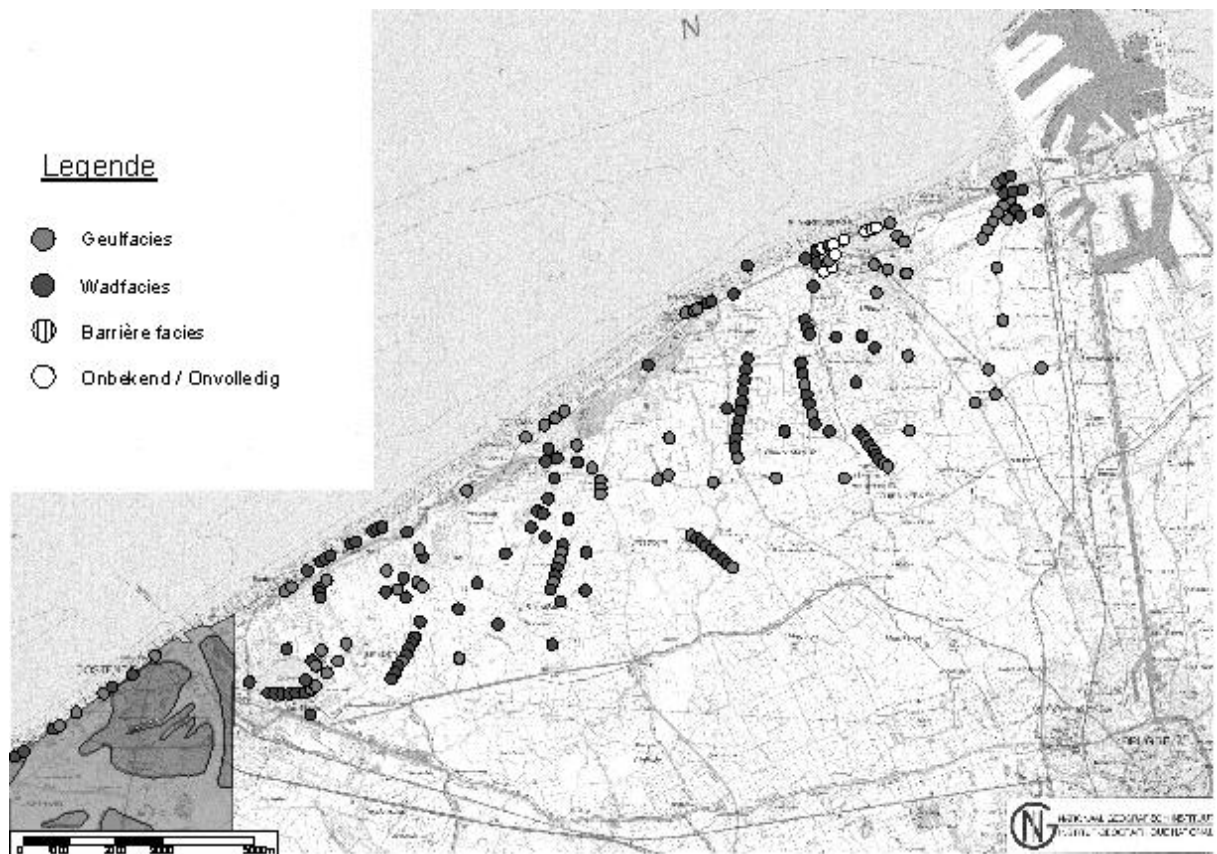


Fig. 3. Stippenkaart – oostelijk deel van de kustvlakte.

Twee mechanismen kunnen de landwaartse migratie van kustlijn en barrière aan onze kust verklaren.

Bij het eerste mechanisme wordt bij stijgend zeeniveau het sediment van het bovenste deel van de vooroever geërodeerd en verplaatst naar het getijdengebied. Bij deze landwaartse overdracht van zand naar getijdengebied, is er een 'rollover' van strand en vooroeversedimenten (Roy *et al.*, 1995).

Bij het tweede mechanisme wordt bij stijgend zeeniveau het sediment van het bovenste deel van de vooroever geërodeerd en teruggeplaatst in het onderste deel van de vooroever (Bird, 2000; Elliott, 1986).

De vorm van het strandprofiel verandert voortdurend. Deze veranderingen worden bepaald door vier factoren: de sedimenttoevoer, het golfklimaat, de substraathelling en het zeeniveau (Baeteman, 1995; Roy *et al.*, 1995). Naast wind (duinvorming), getijdenstroming en rivieruitstroming zijn golven en door golven veroorzaakte stromingen de overheersende mechanismen voor het verplaatsen van zand op vooroevers en stranden van de open kust. De golven herwerken het sediment van de zeebodem. Het sediment wordt vervolgens door stromingen verplaatst (Bird, 2000; Elliott, 1986).

Verschillende oorzaken kunnen aan de basis liggen van de vooroevererosie, zoals:

- toegenomen golfactiviteit, die het strand kan eroderen en zand naar de zeebodem kan meevoeren;
- een verminderde toevoer van sediment, die het gevolg kan zijn van bijvoorbeeld de onderschepping van de kustdrift door bvb. golfbrekers, maar ook door uitstekende landdelen of 'headlands';
- stormen, waardoor strandprofielen een concave vorm krijgen aangepast aan de toegenomen golfenergie. Vooral een snelle opeenvolging van een reeks stormen is bijzonder destructief omdat de opeenvolgende stormen het concave profiel verder uitbreiden en verlagen;
- een verandering van de invalshoek van de golven;
- een versterking van schuin invallende golven;
- en verhoogde verliezen van strandsedimenten naar het droge (storm)strand of 'backshore' (Bird, 2000).

Een mogelijke verklaring...

De top van de Pleistocene ondergrond stijgt in de profielen van ca. -9m TAW in Nieuwpoort naar -7 à -6m TAW in Oostende tot -2m TAW in Blankenberge en Zeebrugge. De lagere ligging van het westelijk deel van de kustvlakte zorgde er voor een vroegere start van de Holocene opvulling en voor een veel grotere accommodatieruimte. De snelle landwaartse uitbreiding van de sedimentaire milieus, de sterke verticale sedimentopvulling en de vooroevererosie speelden in de periode van ca. 9.500 – 9.000 cal BP tot ca. 7500 cal BP dus vooral in het westelijk deel van de kust een grote rol en zorgden er voor een meer landinwaarts gelegen kustlijn. Van bij het begin van de Holocene opvulling lag het getijdengebied in het oosten dus veel verder zeewaarts. We kunnen er dan ook van uitgaan dat in het oosten de kust verder zeewaarts lag en dat er een belangrijk 'headland' bestond.

Ongeveer 2400 à 2000 jaar geleden installeerde zich weer een getijdengebied in de kustvlakte. Het getij kwam binnen langs de midden Holocene geulen. Door erosie en compactie van het veen vergrootte de komberging en ontstond er nieuwe accommodatieruimte. De geulen pasten zich aan door diepe verticale erosie. Dit proces werd in het oostelijk deel van de kust nog versterkt door de veendelving van de Romeinen. Het nodige sediment voor de opvulling van de geulen en later ook voor de sedimentatie van de vlakte kwam van de vroegere Holocene opvullingen en van de erosie van getijdendelta's en vooroever. Wat de periode van het terug binnendringen van het getijdensysteem tijdens het laat Holocene betreft, beschikken we in de slijkgeul van Middelkerke over een radiokoolstofdatering van een concentratie van dubbelkleppige *Spisula* op -3,70m TAW. Deze toont aan dat de insnijding van de geul gebeurde vóór 1.888-2.176 cal BP, wat erop wijst dat het gebied rond 2.000 cal BP al sterk aan erosie onderhevig was. Een datering van een *Cerastoderma* op -0,17m TAW meer landinwaarts in dezelfde geul (De Hauwere, 2005), geeft aan dat deze geul vanaf 1.640-1.410 cal BP, dit is 500 tot 600 jaar later, al begon te verlanden.

Het 'headland' in het oosten kan, bij het weer binnendringen van het getij 2400 à 2000 jaar geleden, gezorgd hebben voor onderschepping van de kustdrift en een vermindering van sedimenttoevoer. Daardoor zorgde sterke vooroevererosie in het oosten voor het transport van de nodige sedimenten naar en achter de kustlijn bij de opvulling van de geulen en de vlakte. De gedateerde dubbelkleppige *Spisula* in de slijkgeul van Middelkerke is een bewijs van deze vooroevererosie. De *Spisula* is immers een typische zeeschelp en werd na de insnijding van de geul uit de zeebodem geërodeerd en in de geul afgezet. In het westen, waar door het tegenhouden van de kustdrift door het 'headland' veel sediment voorhanden was, speelde de vooroevererosie niet.

Door de verliezen van zand aan het getijdengebied bij de opvulling van de geulen en de ondergelopen vlakte en het niet compenseren ervan door nieuw aangevoerd sediment, was het strandprofiel verlaagd en ging de kustlijn verder achteruit. De aanwezigheid van de vele grote getijdengeulen in de 'back-barrier' sequentie impliceert immers dat een grote hoeveelheid zand nodig was om de geulen op te vullen. De stormen in de middeleeuwen zorgden voor een verdergaande vooroevererosie omdat het al verlaagde profiel door de stormgolven teruggesneden en steiler gemaakt werd. Hierbij werd zand vanuit het bovenste deel van de vooroever naar het onderste deel van de vooroever verplaatst.

Deze processen hebben ervoor gezorgd dat de kustlijn in het westen de laatste 2000 jaar nagenoeg ongewijzigd bleef, terwijl de vooroevererosie er in het oosten voor zorgde dat het headland in 1000 à 2000 jaar verdween en de kust naar zijn huidige rechtlijnige vorm evolueerde. Door het ontbreken van een voorraad sediment eenmaal het 'headland' was weggeërodeerd, duurt de vooroevererosie nog steeds voort. Zandsuppletie op het strand en vooroever is daarom noodzakelijk.

Het gevolg van deze sterkere erosie is een veel kwetsbaarder oostelijk deel van de kust. Kenmerkend voor die kwetsbaarheid zijn de smalle reepduinen en het ontbreken van droog strand bij hoog tij in bvb. Middelkerke-Oostende. Het bouwen van een vaste zeewering zorgde daarenboven voor verdergaande erosie van het strand.

Er blijven nog vragen onbeantwoord, zoals bijvoorbeeld de precieze rol van de helling van de vooroever. Vooroevererosie impliceert immers een concaaf strandprofiel en dus een steilere vooroever. Op de kaart van de bathymetrie van het Belgisch continentaal plat (Le Bot *et al.*, 2003) zou dat zich moeten vertalen in de aanwezigheid van een steilere vooroever in het oosten. Algemeen gezien toont de kaart echter een steilere vooroever in het westen. De eerste 4 à 5 km van de vooroever tonen echter wel een minder steil bovenste deel van de vooroever ten westen van Nieuwpoort en een steilere bovenste vooroever in het oosten van de kustvlakte, vooral tussen Middelkerke en Oostende.

Met een mogelijke versnelde zeespiegelstijging als gevolg van de opwarming van de aarde in het vooruitzicht, is duurzaam kustbeheer zeer belangrijk. Bijkomend onderzoek naar de ontbrekende schakels in de processen die de kusterosie beïnvloeden, is dan ook noodzakelijk.

English abstract

A series of drillings and cone penetration tests carried out for the sea wall fortification along the shoreline was subject to a sedimentological and stratigraphical examination, revealing a difference in sediment succession between the western and the eastern part. In the western part, the Holocene sequence along the shoreline is entirely made up of coastal barrier deposits. In the eastern direction, starting from Middelkerke, such deposits are lacking, and the Holocene sequence consists of mudflat clay and peat layers incised by late Holocene tidal channels filled with sand and/or mud. This indicates considerable coastal erosion during the late Holocene in the eastern part. The difference in sediment succession may be caused by the very different morphology of the pre-Holocene subsoil in the west and the east. A fluvial valley characterizes the west. In the east, on the other hand, the Pleistocene subsoil consists of coversands, which may have formed a headland probably extending far to the north. In the palaeovalley, a tidal flat was formed from the start of the Holocene transgression, while the eastern headland did not come under the influence of the Holocene transgression until much later. Less sediment supply by interception of the longshore drift and a lowered shoreface profile caused strong shoreface erosion from the time when, 2400 to 2000 years ago, the tidal environment re-occupied the coastal plain. This shoreface erosion most probably affected the headland in a timespan of 1000 to 2000 years.

This situation resulted in the eastern part of the coast still being subject to coastal erosion and consequently much more vulnerable than the western part.

Bibliografie

- Allemeersch L. 1991. Peat in the Belgian eastern coastal plain. In: Gullentops, F. (Ed.): Wetlands in Flanders. Aardrijkskundige Mededelingen 6(1994-1995):1-54.
- Baeteman C. 1995. De conflictsituatie tussen natuur en toerisme in het kustgebied. De Aardrijkskunde 5(3):5-20.
- Baeteman C. 1996. Ontstaansgeschiedenis van de Belgische kustvlakte. Samenvatting. (Personal paper).
- Baeteman C. 2005b. Geologische kaart van België 1/25.000. Profieltypenkaart van de Holocene Kustafzettingen. De Panne-Oostduinkerke, Nieuwpoort-Leke, Middelkerke-Oostende. Belgische Geologische Dienst Brussel.
- Bird E. 2000. Coastal geomorphology: an introduction. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 98–107:147-160.
- De Hauwere N. 2005. Ontstaan en evolutie van de Laat-Holocene getijdengeul Testerep, in het gebied tussen Nieuwpoort en Oostende (Belgische Kustvlakte). Eindverhandeling 41-42:50.
- Elliott T. 1986. Siliciclastic shorelines. p.155-188. In: Reading H.G. (Ed.). Sedimentary Environments and Facies. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Le Bot S., V. Van Lancker, S. Deleu, M. De Batist, J.-P. Henriët. 2003. Tertiary and quaternary geology of the Belgian Continental Shelf. Science Policy Office, Brussel, België, 75p.

- Roy P.S., P.J. Cowell, M.A. Ferland, and B.G. Thom. 1995. Wave-dominated coasts. p.121-186. *In*: Carter R.W.G. and C.D. Woodroffe (Eds). Coastal Evolution:late quaternary shoreline morphodynamics. Cambridge, University Press.
- Tys D. 2005. Het ontstaan van de stad Oostende. *In*: Pieters M., L. Schietecatte and I. Zeebroek. 1995. Oostende: stadsvernieuwing en archeologie, een balans van 10 jaar archeologisch onderzoek van het Oostendse bodemarchief. Oostende, VIOE, 24.